



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

W-7563  
Su Q-68862

10/09/528  
282

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 3月23日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-084271

[ ST.10/C ]:

[ JP 2001-084271 ]

出 願 人  
Applicant(s):

アイシン精機株式会社

2002年 3月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2002-3011729

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA01-009

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 1/27

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
社内

    【氏名】 佐久間 昌史

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社  
社内

    【氏名】 福島 智宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000000011

    【氏名又は名称】 アイシン精機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088971

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大庭 咲夫

【選任した代理人】

    【識別番号】 100115185

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加藤 慎治

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 075994

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

特2001-084271

【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シンクロナスリラクタンスモータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内周側の周方向に所定本数設けた各ティースにそれぞれステータ巻線を巻回して形成された複数のステータ磁極を有するステータと、同ステータの内周に対向して設けた径方向に 2 層の外周側スリットおよび内周側スリットを周方向に複数対有して同ステータの内周側に回転可能に支持されて位置するロータを備えてなり、同ロータの各スリットが所定間隔を保持してロータの外周表面付近まで延びてロータ磁極を形成しているシンクロナスリラクタンスモータにおいて、前記ロータの外周表面と前記外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値  $WR1$  は、前記ステータのステータ磁極における磁極部幅  $WS1$  の  $0.7$  倍～ $1.3$  倍に設定されていることを特徴とするシンクロナスリラクタンスモータ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のシンクロナスリラクタンスモータにおいて、前記ロータ磁極の数に対する前記ステータ磁極の数の比率を  $n$  とするとき、前記ロータの径方向の 2 層のスリットの間にある磁束通路の中心線と前記ロータ表面の 2 点の交点の前記ロータ中心に対する開角は、 $n/6$  の  $4.3$  倍～ $4.6$  倍に設定されていることを特徴とするシンクロナスリラクタンスモータ。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のシンクロナスリラクタンスモータにおいて、前記ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリット間隔の最小値  $WR2$  は、前記ステータのステータ磁極における磁極部幅  $WS1$  の  $1/3$  倍～ $1$  倍に設定されていることを特徴とするシンクロナスリラクタンスモータ。

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 に記載のシンクロナスリラクタンスモータにおいて、前記ロータが有する各スリットには永久磁石がそれぞれ埋設されていることを特徴とするシンクロナスリラクタンスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シンクロナスリラクタンスモータに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

シンクロナスリラクタンスモータは、通常の誘導機と同一構造の固定子（ステータ）の内周側に、磁氣的に突極性をもたせた回転子（ロータ）を回転可能に支持してなるもので、始動時には誘導電動機として機能し、かつ、始動後は同期電動機として機能するものである。この種形式のモータは、直流磁励が不要であって、スリップリング、ブラシ、磁束電源を要しない構造の簡単で手軽な同期電動機として認識されている。

## 【0003】

近年、ロータの構造の改良等により力率、効率を著しく向上させたシンクロナスリラクタンスモータが開発されて注目されている。特開平8-331783号公報には、この種形式のシンクロナスリラクタンスモータのトルク発生原理を永久磁石モータに取り込むことでリラクタンストルクを付加し、高トルク、高出力を意図した永久磁石モータが提案されている。これは、永久磁石トルクが主となるシンクロナスリラクタンスモータである。当該シンクロナスリラクタンスモータは、ロータ1極あたりにそれぞれの端部がロータ外周に近接する位置まで延びる2層のスリットを設け、このスリットの各々に永久磁石を埋設したものである。

## 【0004】

当該シンクロナスリラクタンスモータにおいては、永久磁石の周方向の中心とロータ中心とを結ぶ方向である $d$ 軸方向のインダクタンス $L_d$ と、 $d$ 軸に対して電気角で90度回転した方向である $q$ 軸方向のインダクタンス $L_q$ に差を生じさせてリラクタンストルクを発生させ、このリラクタンストルクとマグネットトルクを合わせたトルクを総合トルクとして、高トルクで高出力の発生を達成すべく意図しているものである。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

このように、当該シンクロナスリラクタンスモータは、リラクタンストルクを利用すべく意図しているものであるが、永久磁石のマグネットトルクが主となる

モータ構成であって、リラクタンストルクを十分に利用し得る構成ではない。

【0006】

すなわち、当該シンクロナスリラクタンスモータにおいては、円周方向に位置して隣り合う永久磁石同士の間部位（隙間S）を可能な限り小さく設定して永久磁石を可能な限り大きくすることで磁束を大きくするとともに、当該隙間からの磁束の漏洩を小さくすることにより、マグネットトルクを有効に利用することを意図しているものである。

【0007】

当該シンクロナスリラクタンスモータにおいて、リラクタンストルクを十分に発生させるためには、インダクタンス $L_q$ を大きくしかつインダクタンス $L_d$ を小さくする必要がある。このためには、永久磁石同士の隙間Sを大きく設定した方がよい。なぜなら、これによりインダクタンス $L_q$ が増加する一方、ステータ磁極を中継する磁路があるために、インダクタンス $L_d$ の増加は少ないためである。しかしながら、総合トルク中のリラクタンストルクの割合が大きくなると、トルクリップルの割合が大きくなる。これを低減するためには、永久磁石の半径方向の多層化が必要になり、製造コストが高くなる等の問題がある。

【0008】

従って、本発明の目的は、当該形式のシンクロナスリラクタンスモータにおいて、総合トルクが大きくてトルクリップルの割合が小さいシンクロナスリラクタンスモータを廉価に提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、シンクロナスリラクタンスモータに関するもので、内周側の周方向に所定本数設けた各ティースにそれぞれステータ巻線を巻回して形成された複数のステータ磁極を有するステータと、同ステータの内周に対向して設けた径方向に2層の外周側スリットおよび内周側スリットを周方向に複数対有して同ステータの内周側に回転可能に支持されて位置するロータを備えてなり、同ロータの各スリットが所定間隔を保持してロータの外周表面付近まで延びてロータ磁極を形成しているシンクロナスリラクタンスモータを適用対象とするものである。

## 【0010】

しかして、本発明に係るシンクロナスリラクタンスモータにおいては、前記ロータの外周表面と前記外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ を、前記ステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の $0.7$ 倍～ $1.3$ 倍に設定していることを特徴とするものである。

## 【0011】

当該シンクロナスリラクタンスモータにおいては、前記ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリット間隔の最小値 $WR2$ を、前記ステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の $1/3 \sim 1$ に設定することが好ましい。又、前記ロータが有する各スリットには永久磁石をそれぞれ埋設してもよい。

## 【0012】

また、当該シンクロナスリラクタンスモータにおいては、前記ロータ磁極の数に対する前記ステータ磁極の数の比率を $n$ とすると、前記ロータの径方向の2層のスリットの間にある磁束通路の中心線と前記ロータ表面の2点の交点の前記ロータ中心に対する開角を、 $n/6$ の $4.3$ 倍～ $4.6$ 倍に設定することが好ましい。

## 【0013】

## 【発明の作用・効果】

本発明に係るシンクロナスリラクタンスモータにおいては、基本的には、ロータの外周表面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ をステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の $0.7$ 倍～ $1.3$ 倍に設定しているものであり、ロータの外周表面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極部幅 $WS1$ がかかる関係にある場合には、リラクタンストルクが大きくかつトルクリップル割合が小さい両条件を満たす、高性能のシンクロナスリラクタンスモータを構成することができる。

## 【0014】

本発明に係るシンクロナスリラクタンスモータにおいて、さらにリラクタンストルクが大きくかつトルクリップル割合が小さいシンクロナスリラクタンスモータを構成するには、ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリ

ット間隔の最小値WR2を、ステータのステータ磁極における磁極部幅WS1の $1/3 \sim 1$ に設定することにより達成される。又、ロータが有する各スリットに永久磁石をそれぞれ埋設してスリット間を通る漏れ磁束を減らすことでリラクタンストルクを有効に発生させるとともに、マグネットトルクを付加することで総合トルクを増大させることによっても達成される。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に基づいて説明する。図4は、本発明が適用対象とする第1の形式のシンクロナスリラクタンスモータを概略的に示している。当該シンクロナスリラクタンスモータ10Dは、汎用インバータによるY結線駆動を行うリラクタンストルクを主とする3相の高性能のシンクロナスリラクタンスモータである。

## 【0016】

当該シンクロナスリラクタンスモータ10Dは、磁極数48のステータ11と、磁極数8のロータ12を備えている。ステータ11は、内周側の周方向に所定本数のティース11aが設けられていて、各ティース11aには図示しないステータ巻線がそれぞれ巻回されて、複数のステータ磁極が構成されている。

## 【0017】

ロータ12は、高透磁率材からなるロータコア12aを主体とするもので、ロータコア12aに、ステータ11の内周に対向して設けた径方向に2層の外周側スリット12bおよび内周側スリット12cを周方向に複数対有している。外周側スリット12bおよび内周側スリット12cは、共に、ロータ12の中心側に突出する皿形状のもので、凹形状側部位がステータ11の内周に対向していて、一定間隔を保持して、各端部がロータ外周の近傍にまで延びている。これにより磁気通路12d、12e、12fが構成され、d軸、q軸のインダクタンス差を大きくとれるので、リラクタンストルクを大きくすることができる。ロータ12は、この状態で、回転軸14上に一体回転可能に組付けられていて、ステータ11の内周側にて回転可能に支持されている。

## 【0018】



図1は、本発明が適用対象とする第2の形式のシンクロナスリラクタンスモータ10Aを概略的に示している。当該シンクロナスリラクタンスモータ10Aは、ステータ11と、ロータ12を備えているもので、基本構造はシンクロナスリラクタンスモータ10Dと同一である。しかしながら、ロータ12の2層のスリット12b、12cには、対をなす外側永久磁石13aと内側永久磁石13bを複数対備えている。

#### 【0019】

当該シンクロナスリラクタンスモータ10Dにおいては、外周側永久磁石13aと内周側永久磁石13bは、同一径方向に対向する部位が互いに異極に着磁されている。

#### 【0020】

図2は、第2の形式のシンクロナスリラクタンスモータ10Aを変形したシンクロナスリラクタンスモータ10Bを示している。当該シンクロナスリラクタンスモータ10Bにおいては、シンクロナスリラクタンスモータ10Aのステータと同一のステータ11と、シンクロナスリラクタンスモータ10Aのロータとは異なるロータ15を備えている。ロータ15は、ロータコア15aに外周側スリット15bと内周側スリット15cを備えていて、外周側スリット15bには外周側永久磁石16aが埋設され、かつ、内周側スリット15cには内周側永久磁石16bが埋設されている。

#### 【0021】

各永久磁石16a、16bは、共に、ロータ15の径方向の厚みがシンクロナスリラクタンスモータ10Aの各永久磁石13a、13bより厚く形成されている。これは、永久磁石16a、16bに安価な材料の磁石を用い、ステータ巻線への通電による減磁界に耐えるよう配慮したためである。

#### 【0022】

また、ロータ15の各スリット15b、15cにおいては、長手方向の中央部が広幅に形成されていて、この広幅部に各永久磁石16a、16bが埋設されていて、各スリット15b、15cにおける各永久磁石16a、16bの左右の端部側は空洞となっている。当該空洞部位は空気であってもよく、また、非磁性で

電気絶縁性の適宜の材料で充填されていてもよい。

【0023】

図3は、第2の形式のシンクロナスリラクタンスモータ10Bを変形したシンクロナスリラクタンスモータ10Cを示している。当該シンクロナスリラクタンスモータ10Cにおいては、シンクロナスリラクタンスモータ10Bのステータと同一のステータ11と、シンクロナスリラクタンスモータ10Bのロータとは異なるロータ17を備えている。

【0024】

ロータ17は、ロータコア17aに外周側スリット17bと内周側スリット17cを備えているが、各スリット17b、17cは、中央部位とその左右の部位とに分割されていて、中央部と左右の部位間が架橋部17d、17gに構成されている。当該ロータ17においては、各永久磁石18a、18bは各スリット17b、17cの中央部位に埋設されていて、左右の両架橋部17d、17gにて保持されている。

【0025】

当該シンクロナスリラクタンスモータ10Cは、磁気通路17e、17f、各永久磁石18a、18bに対する遠心力の作用に対処しているものであり、各架橋部17d、17gは、生産性の点から、各スリット17b、17cのプレス抜き時に同時に形成されるものである。従って、各架橋部17d、17gは、ロータコア17aと同一材料であって、ステータ11側の巻線に通電することで発生する磁束の一部が架橋部17d、17gを通る漏れ磁束となり、トルクの低下をきたすおそれがある。これを防止するためにも永久磁石18a、18bが作用する。すなわち各永久磁石18a、18bが発生する磁束を架橋部17d、17gに常に存在させることで、架橋部17d、17gの磁気抵抗を高めることが可能になる。

【0026】

しかして、本発明は上記した各シンクロナスリラクタンスモータ10A～10Dを適用対象とするもので、本発明に係るシンクロナスリラクタンスモータについて、図5に示すシンクロナスリラクタンスモータを参照して説明する。図5に

示すシンクロナスリラクタンスモータ 2 0 は、上記した各シンクロナスリラクタンスモータ 1 0 A ~ 1 0 D を代表して示すもので、ステータを符号 2 1 で示し、かつ、ロータを符号 2 2 で示している。

#### 【0 0 2 7】

当該シンクロナスリラクタンスモータ 2 0 においては、ステータ磁極の磁極数が 4 8 に、ロータ磁極の磁極数が 8 に形成されていて、ロータ 2 2 の外周面と外周側スリット 2 2 b との有効磁気通路幅の最大値  $WR 1$  を、ステータ 2 1 のステータ磁極における磁極部幅  $WS 1$  の  $0.7$  倍 ~  $1.3$  倍に設定し、かつ、ステータ磁極の磁極数とロータ磁極の磁極数の比を  $n$  とした場合、径方向の 2 層の外周側スリット 2 2 b と内周側スリット 2 2 c の間の磁束通路 2 2 d の中心線とロータ 2 2 の外周面の 2 点の交点のロータ中心に対する開角  $WR 5$  を、ステータ磁極のピッチ角度  $WS 2$  の  $(4.3 \sim 4.6) \times n / 6$  倍の範囲に設定している。

#### 【0 0 2 8】

例えば、ステータ磁極の磁極数  $48 /$  ロータ磁極の磁極数  $8$  の比  $n$  が  $6$  である場合には、開角  $WR 5$  はピッチ角度  $WS 2$  の  $4.3 \sim 4.6$  倍になる。さらには、ロータ 2 2 の互いに周方向に隣接する内周側スリット 2 2 c 同士のスリット間隔の最小値  $WR 2$  を、ステータ 2 1 のステータ磁極における磁極部幅  $WS 1$  の  $1 / 3$  倍 ~  $1$  倍に設定しているものである。

#### 【0 0 2 9】

当該シンクロナスリラクタンスモータ 2 0 においては、さらに詳細には、外周側スリット 2 2 b のロータ 2 2 の外周近傍に延びている外側端部のロータ中心に対する開角は、ステータ 2 1 の磁極のピッチ角度  $WS 2$  (ティース 2 1 a の隣り合うピッチ) の  $4$  倍程度に設定する。また、内側端部のロータ中心に対する開角は 3 つのステータ磁極 2 1 a を囲むように設定する。また、ステータ 2 1 におけるティース 2 1 a 間の開口幅  $WS 3$  と内周側スリット 2 2 c のスリット幅  $WR 3$  とは略同等に設定する。

#### 【0 0 3 0】

#### 【実施例】

(実施例 1) 本実施例は、図 4 に示す第 1 の形式のシンクロナスリラクタンスモ

ータ10Dに本発明を実施して、ロータの外周表面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係が、シンクロナスリラクタンモータの平均トルク、および、トルクリップル割合に及ぼす影響を検討するものである。

## 【0031】

本実施例では、ロータの外周表面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係を、（最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ ）が0.55、0.72、0.9、1.07、1.24、1.41となるようにそれぞれ設定し、このように設定された各シンクロナスリラクタンモータについて静トルク波形を測定して、図6に示す静トルク波形を得た。本実施例では、当該静トルク波形から、平均トルクおよびトルクリップル割合を算出した。

## 【0032】

但し、各シンクロナスリラクタンモータにおいては、ステータ磁極数が48、ロータ磁極数が8であって、矩形波駆動120度通電の場合、平均トルクは図6に示す静トルク波形で、ロータ回転範囲15度分をそれぞれ平均トルクが最大となるように設定して求める。また、トルクリップル割合は、同範囲内の（トルク最大と最小の差）／平均トルクとしている。シンクロナスリラクタンモータSRMの各（最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ ）に対する平均トルク（Nm）、トルクリップル割合（%）を表1に示す。

## 【0033】

【表 1】

S R M (WR1/WS1)	平均トルク (Nm)	トルクリップル 割合 (%)
0. 5 5	4 6. 8	1 0 9. 0
0. 7 2	4 8. 7	9 6. 9
0. 9 0	4 9. 4	8 5. 1
1. 0 7	4 9. 4	8 1. 3
1. 2 4	4 9. 0	7 9. 3
1. 4 1	4 8. 5	7 7. 8

注：SRMはシンクロナスリラクタンスモータを意味する。

## 【0 0 3 4】

図 6 に示すトルク波形および表 1 を参照すると明らかなように、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が大きくなるに伴い平均トルクが増大し、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が0. 9 0～1. 0 7の範囲で最大になって、その後、漸次減少することが確認される。また、トルクリップル割合については、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が大きくなるに伴い減少することが確認され、（最大値WR1／磁極部幅WS1）が0. 7 2倍以上では大きく減少し、特に、（最大値WR1／磁極部幅WS1）が1. 2 4倍～1. 4 1倍の範囲では、極めて小さい値となる。以上の結果からは、先ず、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が0. 7 2倍以上であることが好ましい。

## 【0 0 3 5】

次に、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が1. 0 7以上で平均トルクが減少すること、（最大値WR1／磁極部幅WS1）値が1. 2 4以上でトルクリップル割合の変化が少なくなること、さらに最大値WR1が大きくなるほど耐遠心

力の面で不利になることから、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )は1.24倍～1.41倍の略中間に値である1.3倍以下であることが好ましい。これらを総合すれば、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値は0.7倍～1.3倍であることが好適である。

## 【0036】

(実施例2) 本実施例は、図2に示す第2の形式のシンクロナスリラクタンスモータ10Bに本発明を実施して、ロータの外周面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係が、永久磁石を採用した場合に、シンクロナスリラクタンスモータの平均トルク、および、トルクリップル割合に及ぼす影響を検討するものである。

## 【0037】

本実施例では、ロータの外周側スリットおよび内周側スリットに直方体の永久磁石をそれぞれ埋設したシンクロナスリラクタンスモータにおいて、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値を0.55と0.9に設定した場合の静トルク波形を測定して、図7に示す静トルク波形を得た。図7に示すトルク波形を参照すると明らかなように、永久磁石の付加により、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値0.55と0.9のいずれもトルク波形の変動量は変化せず、トルク値が増加、すなわち平均トルクが増大し、かつトルクリップル割合が減少することが確認される。従って、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値が0.9の方が0.55に比較して良好であることは、永久磁石の有無にはよらない。

## 【0038】

以上のことから、シンクロナスリラクタンスモータにおいては、永久磁石が無い状態で、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値を0.7～1.3の範囲に設定しておけば、廉価で単純な形状の永久磁石を使用することにより、トルクリップル割合を減少させ、平均トルクを増大させることができることが確認される。

## 【0039】

(実施例3) 本実施例は、図4に示す第1の形式のシンクロナスリラクタンスモータ10Dに本発明を実施して、ステータ磁極の磁極数とロータ磁極の磁極数比を $n$ とした場合、径方向の2層の外周側スリットと内周側スリットの間の磁束通

路の中心線とロータの外周面の2点の交点のロータ中心に対する開角 $WR5$ とステータ磁極のピッチ角度 $WS2$ の関係が、シンクロナスリラクタンスモータの平均トルク、および、トルクリップル割合に及ぼす影響を検討するものである。

## 【0040】

本実施例では、径方向の2層の外周側スリットと内周側スリットの間の磁束通路の中心線とロータの外周面の2点の交点のロータ中心に対する開角 $WR5$ とステータ磁極のピッチ角度 $WS2$ の関係を、開角 $WR5$ ／ピッチ角度 $WS2$ が4、4.25、4.4、4.5、5のそれぞれに設定し、このように設定された各シンクロナスリラクタンスモータについて静トルク波形を測定して、図8に示す静トルク波形を得た。本実施例では、当該静トルク波形から、平均トルクおよびトルクリップル割合を算出した。

## 【0041】

但し、各シンクロナスリラクタンスモータにおいては、ステータ磁極数が48、ロータ磁極数が8 ( $n=6$ ) であって、ロータの外周面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ ) 値を0.9倍の一定値に設定し、かつ、ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリット間隔の最小値 $WR2$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係、(最小値 $WR2$ ／磁極部幅 $WS1$ ) 値を0.75倍の一定値に設定した。また、平均トルク(Nm) およびトルクリップル割合(%) は、実施例1における算出方法と同じ算出方法を採用した。得られた結果を表2に示す。

## 【0042】

【表 2】

SRM (WR5/WS2)	平均トルク (Nm)	トルクリップル割合 (%)
4	48.0	104.9
4.25	48.5	95.8
4.4	48.7	83.6
4.5	48.8	85.9
4.6	48.7	89.6
4.75	48.5	101.9
5	46.8	110.8

## 【0043】

図 8 に示す静トルク波形、表 2 及び図 9 を参照すると明らかなように、開角  $WR5$  / ピッチ角度  $WS2$  が 4.3 ~ 4.6 の範囲において、平均トルクが最大となりかつトルクリップル割合が最小となる。この結果から、ステータ磁極数とロータ磁極数の比を  $n$  とした場合、間隔  $WR5$  は、ピッチ角度  $WS2$  の  $(4.3 \sim 4.6) \times n / 6$  倍に設定することが好適である。

## 【0044】

(実施例 4) 本実施例は、図 4 に示す第 1 の形式のシンクロナスリラクタンスモータ 10D に本発明を実施して、ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリット間隔の最小値  $WR2$  とステータのステータ磁極における磁極部幅  $WS1$  の関係が、シンクロナスリラクタンスモータの平均トルク、および、トルクリップル割合に及ぼす影響を検討するものである。

## 【0045】

本実施例では、ロータの互いに周方向に隣接する内周側スリット同士のスリット間隔の最小値  $WR2$  とステータのステータ磁極における磁極部幅  $WS1$  の関係を、最小値  $WR2$  / 磁極部幅  $WS1$  が 0、0.33、0.75、1 にそれぞれ設定し、このように設定された各シンクロナスリラクタンスモータについて静トルク波形を測定して、図 10 に示す静トルク波形を得た。本実施例では、当該静トル



ク波形から、平均トルクおよびトルクリップ割合を算出した。

【0046】

但し、各シンクロナスリラクタンスモータにおいては、ステータ磁極数が48、ロータ磁極数が8であって、ロータの外周面と外周側スリットとの間の有効磁気通路幅の最大値 $WR1$ とステータのステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の関係、(最大値 $WR1$ ／磁極部幅 $WS1$ )値を0.9倍、(開角 $WR5$ ／ピッチ角度 $WS2$ )値を4.5倍の一定値に設定している。また、平均トルク(Nm)およびトルクリップ割合(%)は、実施例1における算出方法と同じ算出方法を採用した。得られた結果を表3に示す。

【0047】

【表3】

SRM ( $WR2/WS1$ )	平均トルク (Nm)	トルクリップ 割合 (%)
0	42.3	96.8
0.33	47.0	77.0
0.75	48.8	85.9
1	48.6	82.4

注：SRMはシンクロナスリラクタンスモータを意味する。

【0048】

図10に示す静トルク波形および表3を参照すると明らかなように、最小値 $WR2$ ／磁極部幅 $WS1$ が大きくなるに伴い、平均トルクは増大しかつトルクリップ割合は減少する傾向にある。この傾向は、特に、最小値 $WR2$ ／磁極部幅 $WS1$ が0.33倍以上で顕著であることから、最小値 $WR2$ ／磁極部幅 $WS1$ は0.33～1の範囲であることが好適である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明が適用対象とする第 2 の形式に係るシンクロナスリラクタンスモータを示す概略的構成図である。

【図 2】本発明が適用対象とする第 2 の形式に係る他のシンクロナスリラクタンスモータを示す概略的構成図である。

【図 3】本発明が適用対象とする第 2 の形式に係るさらに他のシンクロナスリラクタンスモータを示す概略的構成図である。

【図 4】本発明が適用対象とする第 1 の形式に係るシンクロナスリラクタンスモータを示す概略的構成図である。

【図 5】本発明が適用対象とするシンクロナスリラクタンスモータを総括的に示す概略的構成図である。

【図 6】本発明の実施例 1 に係るシンクロナスリラクタンスモータにおけるトルク波形図である。

【図 7】本発明の実施例 2 に係るシンクロナスリラクタンスモータにおけるトルク波形図である。

【図 8】本発明の実施例 3 に係るシンクロナスリラクタンスモータにおけるトルク波形図である。

【図 9】本発明の実施例 3 に係るシンクロナスリラクタンスモータにおけるトルクリップル割合の変化を示す図である。

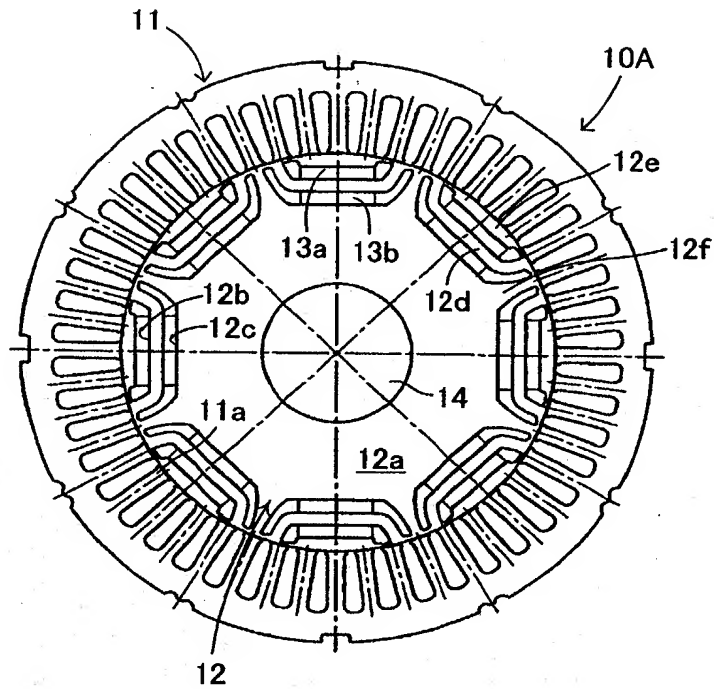
【図 10】本発明の実施例 4 に係るシンクロナスリラクタンスモータにおけるトルク波形図である。

# 【符号の説明】

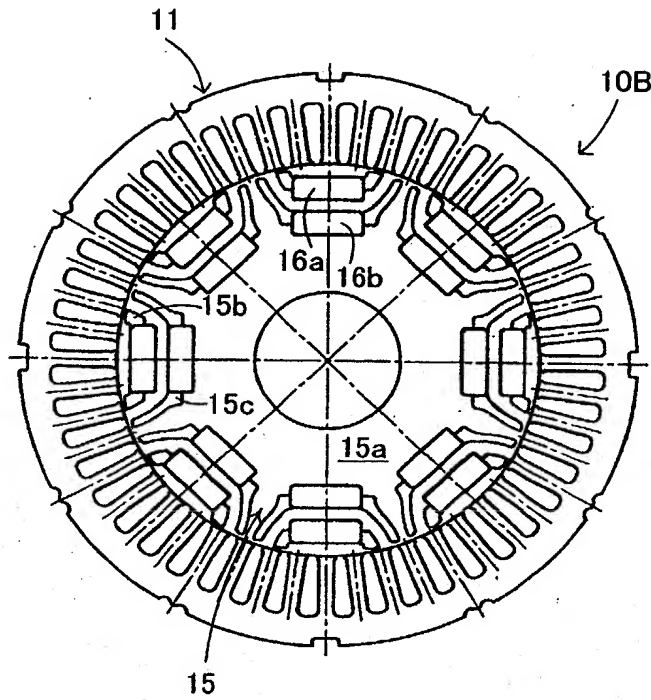
10A, 10B, 10C, 10D, 20…シンクロナスリラクタンスモータ、11…ステータ、11a…ティース、12…ロータ、12a…ロータコア、12b, 12c…スリット、12d…磁気通路、13a, 13b…永久磁石、14…回転軸、15…ロータ、15a…ロータコア、15b, 15c…スリット、16a, 16b…永久磁石、17…ロータ、17a…ロータコア、17b, 17c…スリット、17d, 17g…架橋部、17e, 17f…磁気通路、18a, 18b…永久磁石、21…ステータ、21a…ティース、22…ロータ、22a…ロータコア、22b, 22c…スリット、22d…磁束通路。

【書類名】 図面

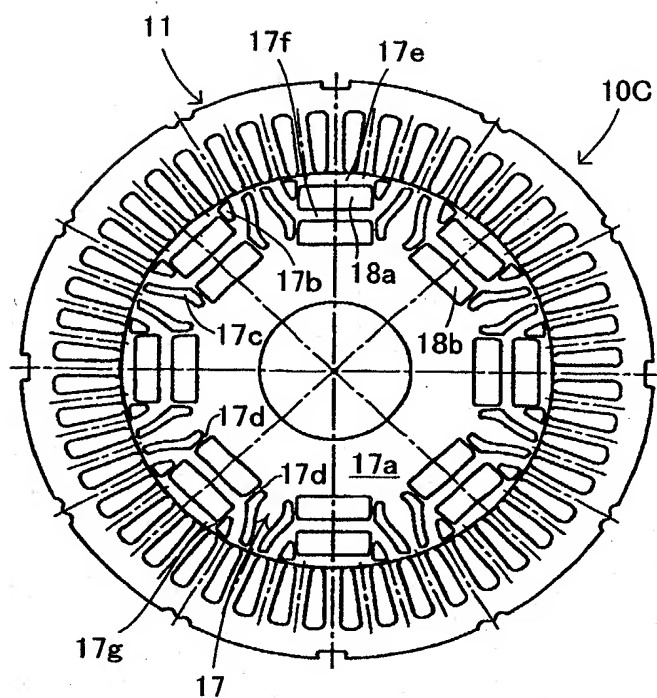
【図 1】



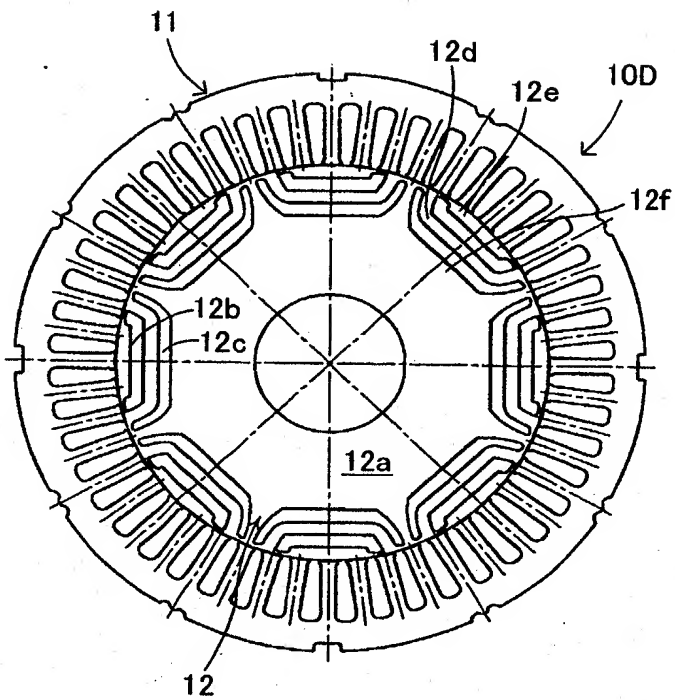
【図 2】



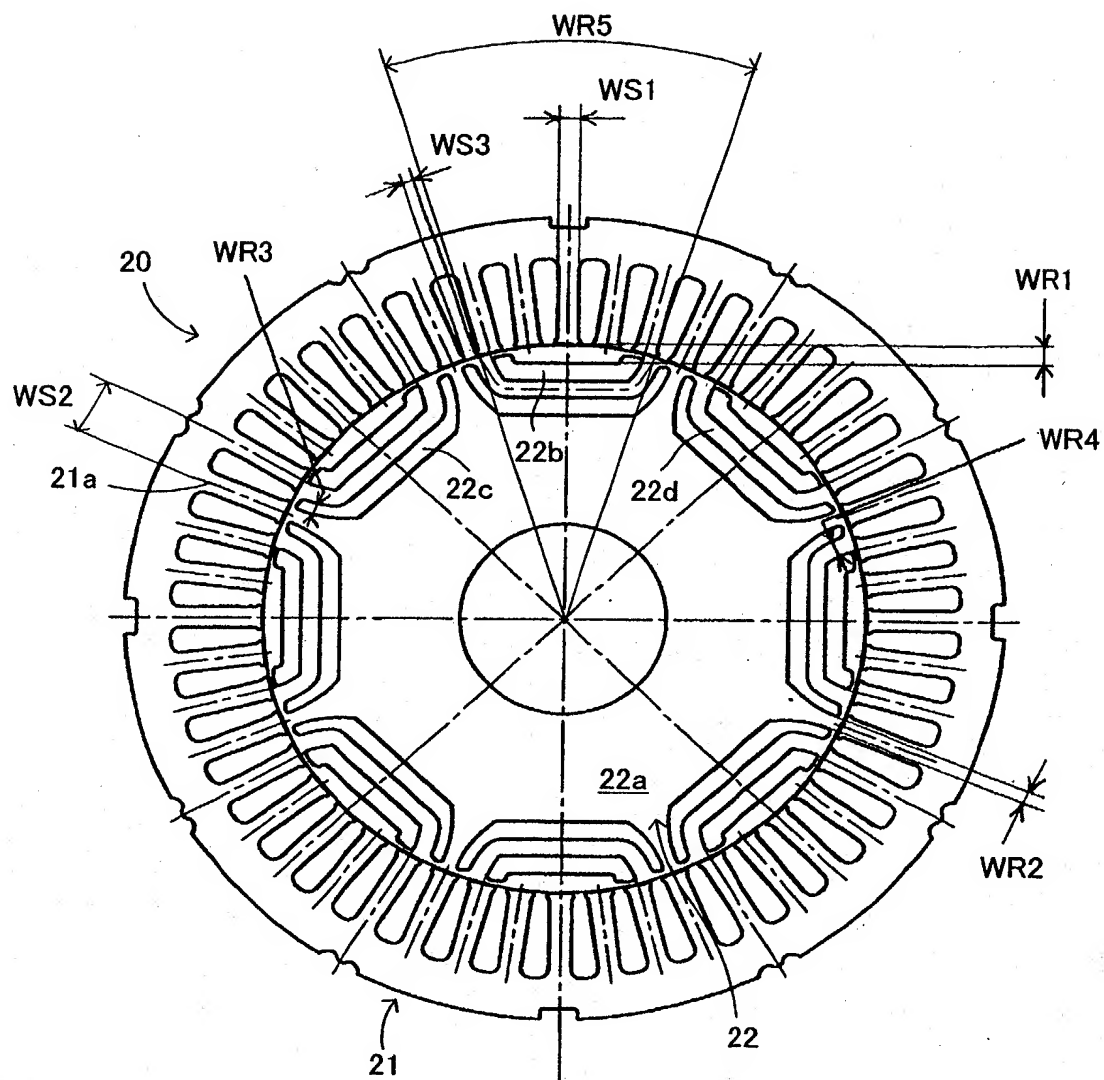
【図3】



【図 4】

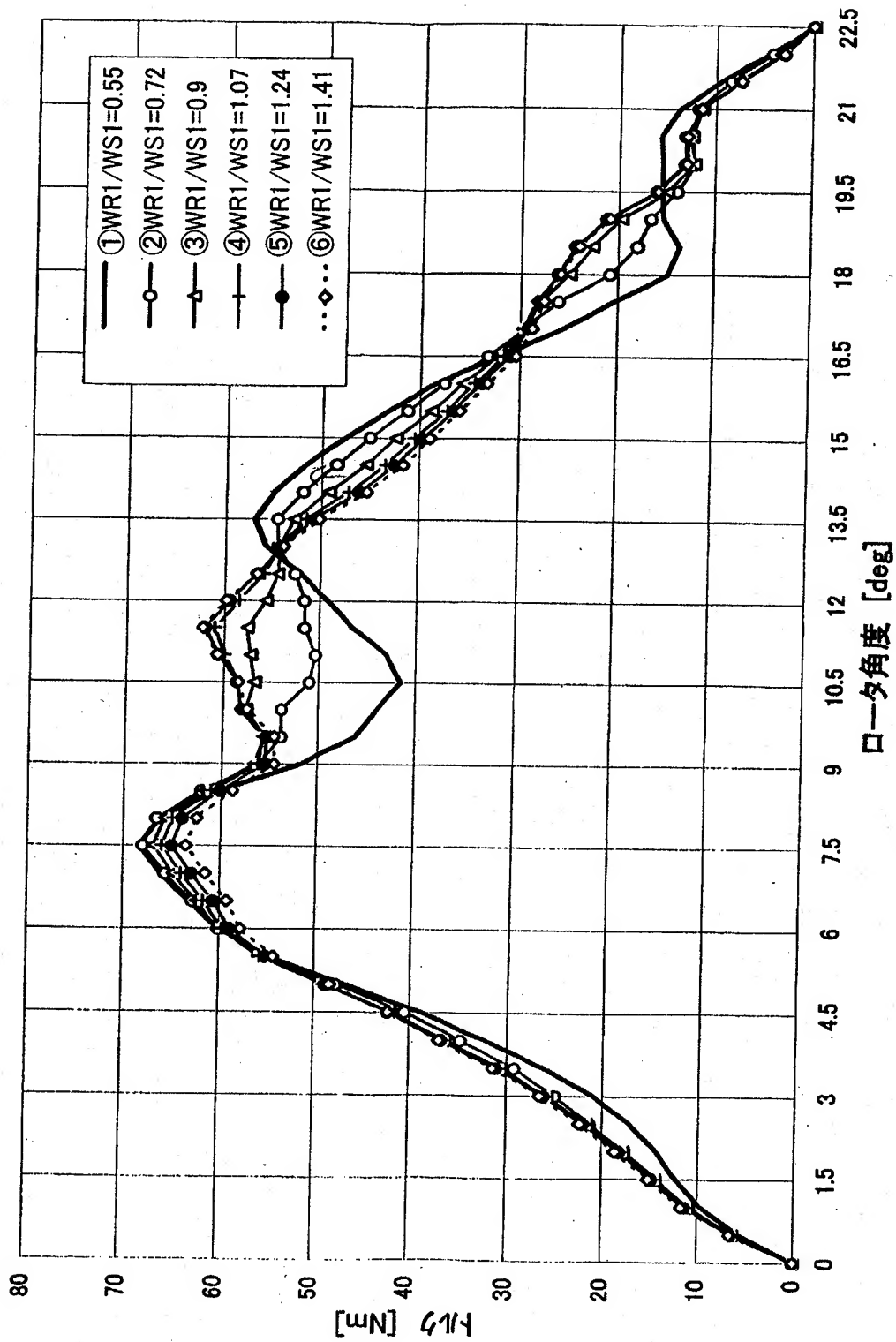


【図 5】



【図6】

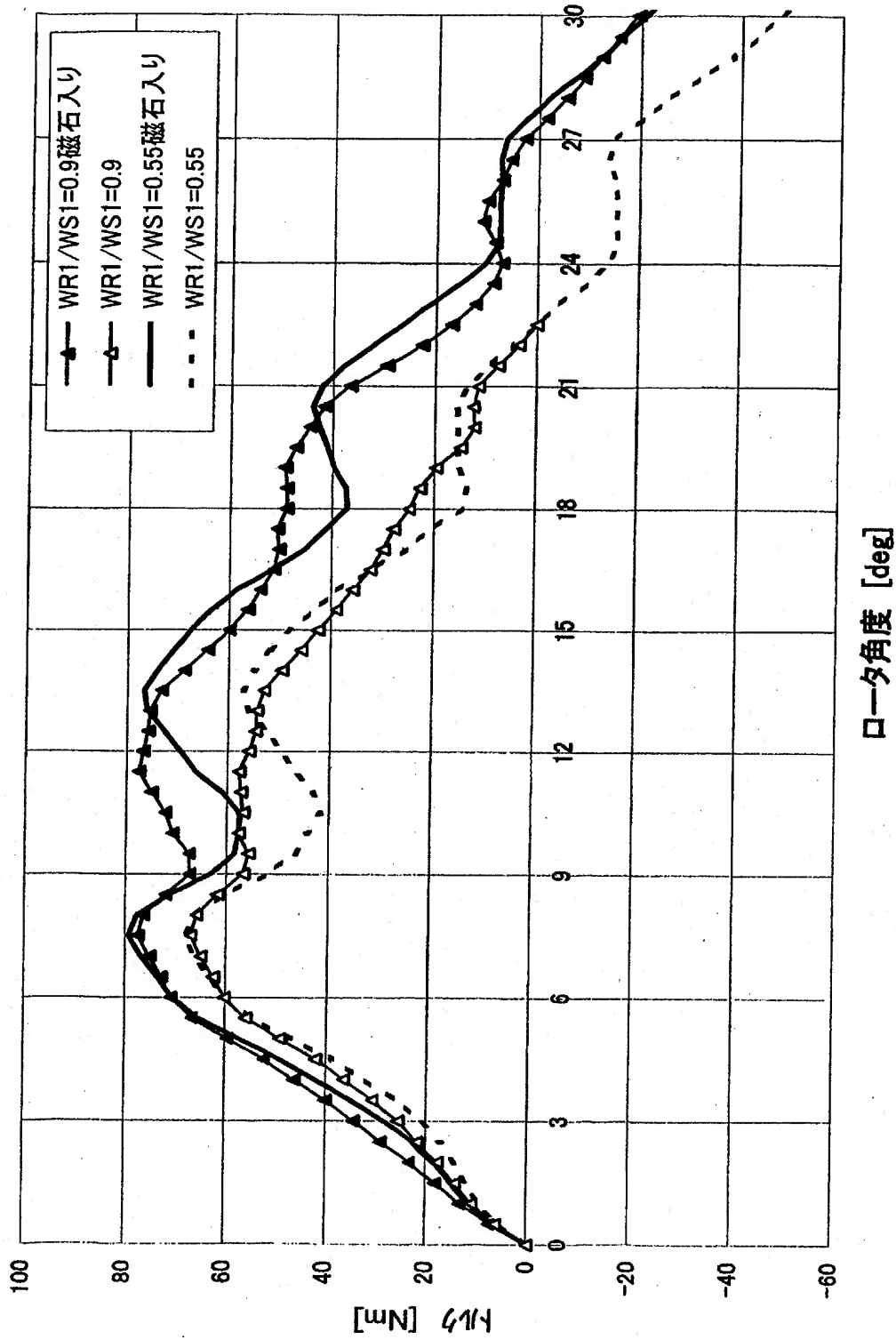
静トルク波形



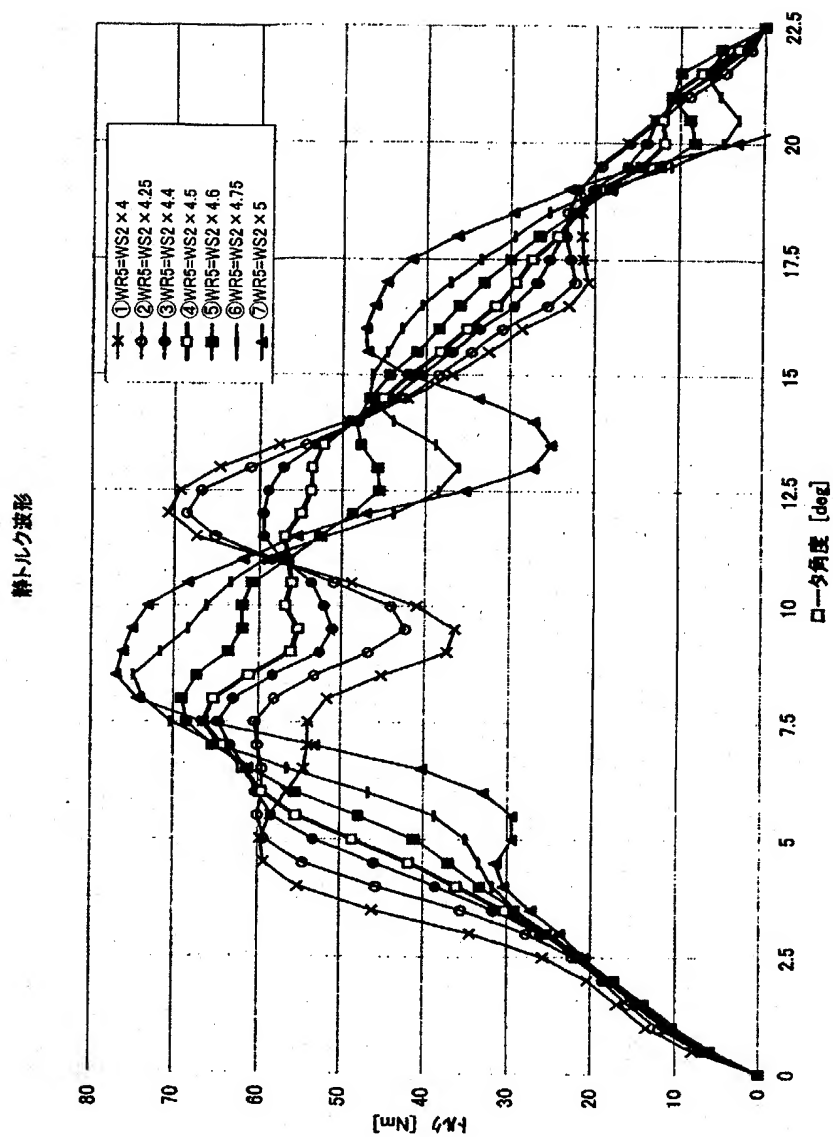


【図 7】

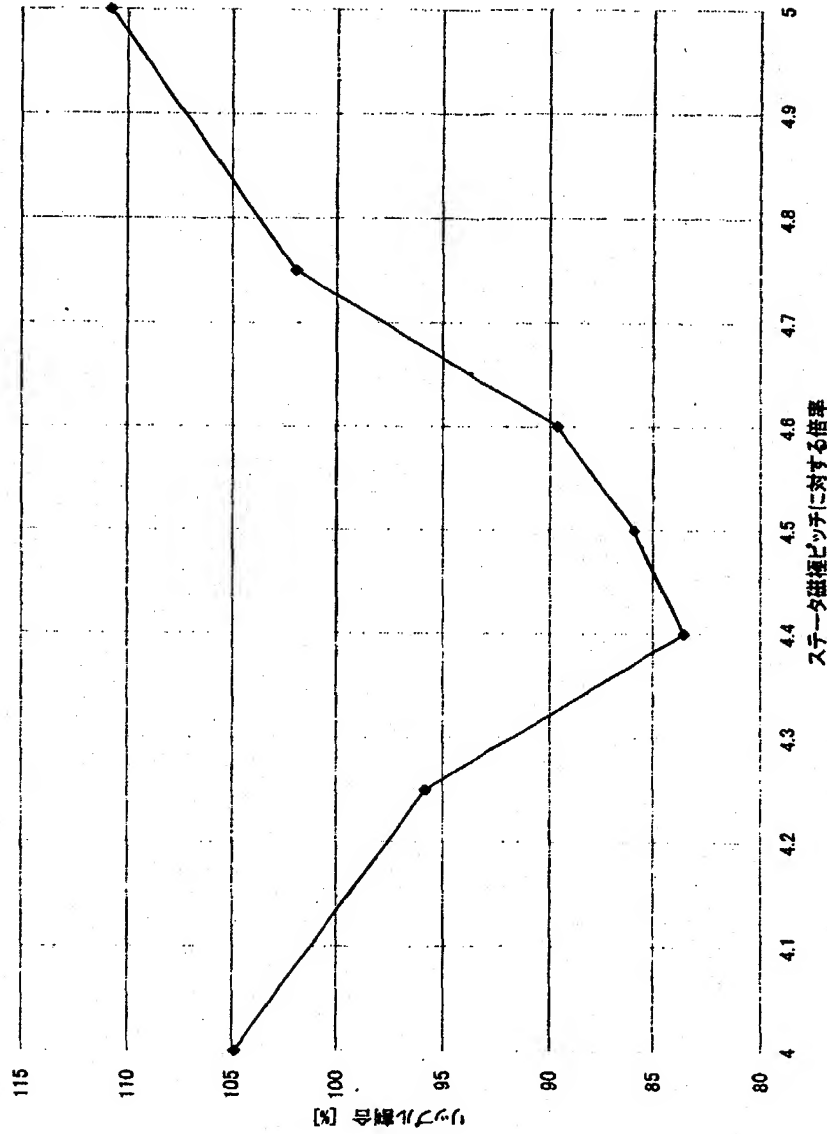
静トルク波形



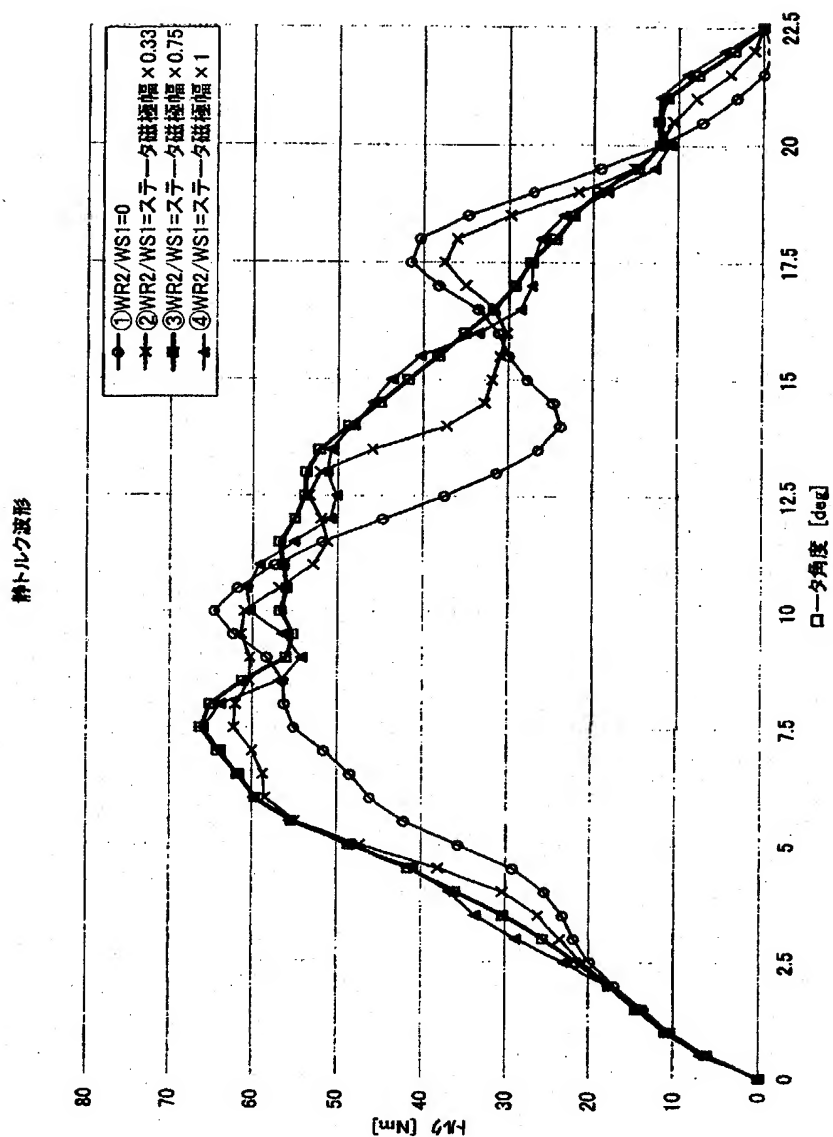
【図 8】



【図9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロータに径方向の2層のスリットを有するシンクロナスリラクタンスモータにおいて、リラクタンストルクの割合が大きくて総合トルクが大きく、かつ、トルクリップルの割合が小さい構成として、高性能で廉価なシンクロナスリラクタンスモータを提供する。

【解決手段】 ロータ22の外周表面と外周側スリット22bとの間隔の最大値 $WR1$ を、ステータ21のステータ磁極における磁極部幅 $WS1$ の0.7倍～1.3倍に設定することにより、リラクタンストルクの割合が大きくて総合トルクが大きく、かつ、トルクリップルの割合が小さいシンクロナスリラクタンスモータを提供することができる。

【選択図】 図5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-084271
受付番号	50100414387
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年 3月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 3月23日
【特許出願人】	
【識別番号】	000000011
【住所又は居所】	愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
【氏名又は名称】	アイシン精機株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100088971
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区椿町15番19号 大正生命ビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	大庭 咲夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115185
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区椿町15番19号 大正生命ビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	加藤 慎治

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0000000011]

1. 変更年月日	1990年 8月 8日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
氏 名	アイシン精機株式会社